

# ¿Cómo tratan los libros de texto españoles la pérdida de la biodiversidad? Un estudio cuali-cuantitativo sobre el nivel de complejidad y el efecto de la editorial y año de publicación

Gonzalo Miguel Angel Bermúdez<sup>1,2,a</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Cátedra de Didáctica General y Especial.

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Córdoba. Argentina.

<sup>a</sup>[gbermudez@unc.edu.ar](mailto:gbermudez@unc.edu.ar)

[Recibido: 24 febrero 2017. Revisado: 5 mayo de 2017. Aceptado: 28 julio 2017]

**Resumen:** En el marco de la transposición didáctica, se estudió el tratamiento de la pérdida de la biodiversidad en los libros de texto de la educación secundaria de España, según la editorial, la fecha de publicación, el curso para el cual está destinado y su nivel de complejidad; todo ello, mediante un enfoque de análisis mixto (cuali-cuantitativo). Se empleó el análisis univariado de la varianza anidando al curso para el que están destinados los libros de texto, determinando así el efecto residual sobre los otros factores. Se encontraron diferencias entre los cursos y las editoriales, pero no para el año o periodo de publicación. También la variable editorial interactuó con el periodo y el curso. Se discriminaron niveles de complejidad para cada curso y entre cursos, destacándose los libros de texto del cuarto curso de la educación secundaria obligatoria y de segundo de bachillerato, que mostraron un tratamiento holístico y no-utilitario de la problemática.

**Palabras clave:** Análisis de texto; Controversias socio-científicas; Manual; Biodiversidad; Biología.

**How do the Spanish textbooks treat the loss of biodiversity? A qualitative-quantitative study on the level of complexity and the effect of the publisher and year of publication**

**Abstract:** In the framework of the didactic transposition, it was studied how the loss of biodiversity is treated textbooks in Spain, if there are differences between publishers, date of publication, course for which they are intended and their level of complexity, with a mixed (qualitative-quantitative) approach. Univariate analysis of variance was used nesting the course for which textbooks are intended, and thus determining the residual effect on the other factors. Differences were found between courses and editorials, but not for the year or period of publication. Also, the editorial variable interacted with the period and the course. Different complexity levels were discriminated for each course and between courses, highlighting the textbooks of the fourth year of compulsory secondary education and second year of high school, which showed an holistic and non-utilitarian treatment of the analyzed issue.

**Keywords:** Text analysis; Socioscientific issues; Textbook; Biodiversity; Biology.

**Para citar este artículo:** Bermúdez G:M.A. (2018) ¿Cómo tratan los libros de texto españoles la pérdida de la biodiversidad? Un estudio cuali-cuantitativo sobre el nivel de complejidad y el efecto de la editorial y año de publicación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(1), 1102. doi: 10.25267/Rev\_Eureka\_ensen\_divulg\_cienc.2018.v15.i1.1102

## Introducción

El trabajo pedagógico, en términos sociológicos, se desarrolla en un *contexto primario*, donde se crean textos culturales que serán usados en un *contexto secundario*, encargado de la implementación de contenidos (Berstein 1993). En el ámbito de la didáctica de las ciencias, Chevallard (1991) llama a esto *transposición didáctica* y la define como el proceso por el cual un *objeto a enseñar* presente en los diseños curriculares se adapta para ser enseñado (*transposición didáctica en sentido estricto*). Para Berstein (1993), además, este paso requiere de la labor de un

*contexto recontextualizador*, conformado por un conjunto de especialistas e instituciones que adaptan el contexto *primario* (*contenidización*) para ser usado en el *secundario*.

A su vez, la selección y producción de elementos culturales que realiza el contexto *recontextualizador* para las instituciones educativas está atravesada por mediaciones culturales, decisiones estatales y tendencias de mercado (Gvirtz y Palamidessi 2001). Los agentes económicos influyen en la elección y conformación de contenidos escolares a través de la industria cultural, haciendo que los *mass media* y las editoriales educativas que publican libros de texto (LT) se conviertan en actores importantes del proceso de construcción social del contenido. Como consecuencia, el LT constituye un artefacto cultural sujeto a condicionantes sociales de producción, circulación y recepción (Martins 2006, Mendoza 2016). Por ello, LT representa el principal dispositivo material que actúa como mediador del proceso de concreción y objetivación curricular (Occelli, Valeiras y Bernardello 2015, Torres, Badillo y Miranda 2010), a través del cual se sedimentan, sintetizan y presentan las prácticas y contenidos transpuestos en *objetos de enseñanza* (Ibarra-Murillo, Quílez y José 2005, Gómez y Gil-Quílez 1995, Legarralde, Gallareta, Vilches y Menconi 2014, Marzábal- Blancafort 2012, Naranjo y Candela 2010, Puig y Jiménez-Aleixandre 2015).

En el ámbito educativo, el LT se beneficia de una doble legitimidad que permite, de una parte, reconocerlo como símbolo de una cultura y testigo de un tiempo al cual pertenece, y, de otra parte, como *caja de herramientas* útil para la práctica pedagógica y didáctica (Mendoza 2016). Como portadores de un patrimonio *sabio y práctico*, los LT tienden a permanecer en las aulas mucho después de que su contenido se demuestre inexacto una vez que fueran adoptados (Bizzo y Caravita 2012). Chevallard (1991) denomina *envejecimiento biológico* a este fenómeno, que ocurre cuando el contenido de la enseñanza dado en LT o en programas curriculares se aleja de la expresión y forma de construcción de la comunidad científica.

El proceso de creación de textos (o *textualización*) supone una noción de programación o norma de *progresión* en el conocimiento (Mendoza 2005), ya que el texto transpuesto procede por secuencias con un inicio, desarrollo y cierre. Con esta idea de progresión se sostiene que la adquisición del saber ha de hacerse de modo gradual (García 1999, Giordan y De Vecchi 1988). En este marco han surgido estudios sobre las progresiones en los diseños curriculares (Adey 1997, Barker y Slingsby 1998), en las planificaciones de recorridos de aprendizaje de los profesores (Rivera y Rivera 2013) y en los LT (Bermudez y Nolli 2015, Bermudez, De Longhi y Gavidia 2015). La noción de construcción gradual del saber se halla íntimamente relacionada con la de *complejización conceptual*. En este sentido, la complejidad puede definirse por la *amplitud*, o rango de temas que pueden ser agrupados en unidades dentro de un programa o LT; y la *extensión*, que da cuenta de la cantidad de información que se aborda para cada unidad de la amplitud (Adey 1997), como el número de ejemplos o de categorías en que se estudia de una jerarquía. En este sentido, la *textualización* debe responder a progresiones generales como la división del sistema educativo en niveles y sub-niveles, y a otras más específicas como la secuenciación temática o la profundización para cada tema a lo largo de los niveles y sub-niveles escolares.

Debido a que la *textualización* habilita el control social de los aprendizajes (Chevallard 1991), un creciente número de investigaciones ha comenzado a analizar los distintos conceptos que presentan los libros de texto, en especial para controversias socio-científicas, donde el objeto de saber tiene relación con el plano ético, político y socio-ambiental (Díaz y Jiménez-Liso 2012). Al respecto, da Silva, Passos y Boas (2013) afirman que los libros de Brasil no están al día para el estudio de temas de genética, tanto como los de Argentina sobre el concepto de gameta (Legarralde et al. 2014). Por el contrario, Puig y Jiménez-Aleixandre (2015) sostienen que el modelo de expresión de los genes y el determinismo genético es correctamente definido

en los textos estudiados de España. Para contenidos de evolución biológica, Gándara, Gil-Quílez y Puig (2002) encontraron que el término *adaptación* puede aparecer en los LT sin ser definido, lo que favorece la aplicación de reglas de inferencia, como una intencionalidad oculta en dicho proceso biológico (Gómez y Gil-Quílez 1995). Por su parte, Montañés y Jaén (2015) señalan que el planteamiento educativo de problemáticas ambientales en los LT de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) está caracterizado por contenidos excesivamente teóricos y desconectados, con predominio del agotamiento de los recursos, la contaminación del agua y la generación de residuos.

En relación con el tratamiento de la *biodiversidad* que realizan los libros de texto de la educación secundaria, se ha descrito que la conceptualización está generalmente presente en España (Bermudez, De Longhi, Díaz y Gavidia, 2014) y Argentina (Bermudez y Nolli 2015), aunque rara vez incluye los componentes genético, específico y ecosistémico juntos. A su vez, Bermudez et al. (2015) encontraron que el proceso de transposición didáctica vuelve *monumentalista* la enseñanza de la biodiversidad, ya que olvida las razones de su existencia, y que se enriquece de connotaciones *biologicistas* y *utilitaristas* sobre los motivos de su conservación. Resultados similares fueron encontrados por Alonso y Penella (2013) en LT de la educación primaria de España, quienes afirman que el concepto de biodiversidad aparece de forma imprecisa, incompleta y compartimentada, a la vez que adquiere un fuerte sentido antropocéntrico. Sobre ello, Bermudez, De Longhi y Gavidia (2016) encontraron que los LT suelen concentrarse más en el desarrollo de los bienes y servicios ecosistémicos de la biodiversidad que le otorga al ser humano (por ejemplo, por la presencia de determinadas especies), que en los procesos que resultan positivos para el ecosistema y su funcionamiento.

Sobre el saber de referencia del presente estudio, conviene recordar que el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), que se firmó el 5 de junio de 1992 en Río de Janeiro (Brasil), sentó las bases políticas y jurídicas internacionales para el cuidado ambiental. Los principales objetivos del CDB fueron la disminución de la pérdida de biodiversidad, el uso sostenible de los recursos y una distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos, incluido el acceso adecuado a éstos y la transferencia apropiada de tecnologías (United Nations Environment Programme [UNEP] 1993). La biodiversidad fue definida en el CBD como “la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte, tales como la diversidad dentro de las especies, entre las especies y de ecosistemas” (United Nations Conference on Environment and Development [UNCED] 1992, p. 3).

Desde el año 1994, las reuniones de la Conferencia de las Partes (*Conference of Parties*, COP) son el órgano rector del CBD, quien promueve la aplicación del Convenio a través de las decisiones que adoptan los países signatarios en sus encuentros bianuales. También como un organismo de las Naciones Unidas, fue fundado recientemente el Panel Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (*IPBES*, por sus siglas en inglés) con el objetivo principal de fortalecer la interface entre ciencia y política, promoviendo la conservación y uso sustentable de la biodiversidad, el bienestar humano a largo plazo y el desarrollo sustentable (Díaz et al. 2015). La creación del IPBES en 2012 llevó a los científicos a revisar los avances en la producción del contexto primario sobre el concepto de biodiversidad desde la firma del CBD (en el que se basaba en los componentes genético, específico y ecosistémico), para que ahora incluya “las variaciones en los atributos genéticos, fenotípicos, filogenéticos y funcionales, además de los cambios en la abundancia y distribución a lo largo del tiempo y espacio, dentro y entre, las comunidades biológicas y los ecosistemas” (Pérez-Harguindeguy, Enrico y Díaz 2015).

El esfuerzo internacional en el cuidado de la biodiversidad se debe a que esta se encuentra amenazada por una crisis ambiental generalizada. Si bien la *extinción* siempre ha jugado un papel importante en la naturaleza, ya que entre el 95 y el 99 % de todas las especies que han existido en nuestro planeta están hoy extintas, la tasa actual de extinción de especies causada por actividades humanas excede por mucho las tasas normales (Secretariat of the Convention on Biological Diversity [SCBD] 2003). Sin embargo, antes de que una especie se extinga, las interacciones ecológicas de las que forma parte pueden verse seriamente afectadas (Valiente-Banuet et al. 2015). Como consecuencia, los *bienes ambientales comunes* y *servicios ecosistémicos* que obtenemos de la naturaleza (Pérez-Harguindeguy et al. 2015) pueden perderse a un ritmo más veloz que la desaparición física de las especies (Valiente-Banuet et al. 2015). Además, Díaz, Fargione, Chapin III y Tilman (2006) sostienen que las personas que dependen más directamente de los servicios de los ecosistemas, como los agricultores de subsistencia y otros empobrecidos económicamente de zonas rurales, se enfrentan a los riesgos más graves e inmediatos de la pérdida de biodiversidad. Estos efectos exceden al impacto negativo para el ser humano, ya que el funcionamiento ecosistémico puede verse seriamente afectado con una reducción en la eficiencia; con la cual, las comunidades ecológicas capturan recursos, producen biomasa y reciclan nutrientes biológicamente esenciales (Cardinale et al. 2012, MEA 2005).

Como una de las principales *causas* de la pérdida de biodiversidad puede mencionarse a la conversión de hábitats naturales en tierras de cultivo. Al respecto, Barnosky et al. (2012) afirman que aproximadamente en el 43 % de la superficie terrestre la vegetación original ha sido convertida en hábitats antropogénicos. Entre otras *presiones cercanas* podemos citar la introducción o remoción de especies; la adaptación y uso de la tecnología; los ingresos externos (por ejemplo, uso de fertilizantes, control de plagas, riego); la cosecha; las fuerzas naturales; la contaminación y el cambio climático (SCBD 2003). Otras razones de la pérdida de la biodiversidad refieren a impactos negativos (*causas indirectas*) en las especies y otros componentes, como cuestiones demográficas (tamaño de la población, estructura de edad y género, y distribución espacial); económicas (ingreso per cápita nacional, comercio internacional, etc.); socio-políticas (democratización, papel de la mujer, etc.); científico-tecnológicas y culturales-religiosas (SCBD 2003).

## Preguntas y objetivos de investigación

De acuerdo con lo que se acaba de exponer, se planteó llevar a cabo un estudio orientado a analizar el tratamiento de la pérdida de la biodiversidad en los libros de texto de la educación secundaria de España. Para ello, se establecieron los siguientes interrogantes de investigación:

1. ¿Qué diferencias existen, si las hay, entre las editoriales cuando tratan la pérdida de la biodiversidad para los cursos de la educación secundaria?
2. ¿Cómo ha cambiado el tratamiento de esta temática en el tiempo?
3. ¿Cuáles son los niveles de complejidad en el tratamiento de la pérdida de la biodiversidad en los manuales de texto para la educación secundaria de España?

El estudio se concretó en los objetivos que siguen:

*Objetivo 1:* Analizar si existen y cuáles son las diferencias entre algunas editoriales de España cuando tratan la pérdida de la biodiversidad para los 1º y 4º curso de la ESO y los cursos del bachillerato.

*Objetivo 2:* Comprender si ha cambiado y cómo lo ha hecho el tratamiento de la pérdida de la biodiversidad que realizan los LT desde 1995 hasta 2011.

**Objetivo 3:** Describir e interpretar la complejidad conceptual que presentan los LT en el tratamiento de la pérdida de la biodiversidad en la educación secundaria y agrupar a los LT de cada curso en niveles.

## Metodología y su justificación

El presente estudio emplea un análisis cuali-cuantitativo de LT. Según Hernández, Fernández-Collado y Baptista (2006), el *enfoque mixto* es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio. Desde esta perspectiva, la percepción del fenómeno es “más integra, completa y holística” (Hernández et al. 2006, p. 755).

El estudio estuvo guiado por la metodología de *análisis de contenido* (Bardin 1986), el que, como señalan Hernández et al. (2006), se realiza por medio de la codificación de las características relevantes del contenido de un mensaje (cuantitativamente o no), transformándolo en unidades que permitan su descripción y análisis. Las *categorías* y *sub-categorías* analizadas figuran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Categorías y subcategorías de análisis de la pérdida de la biodiversidad en libros de texto de la educación secundaria (ejemplos entre paréntesis).

Categorías de la pérdida de la biodiversidad	Sub-categorías
I. Causas directas	1. Cambios locales en el uso de la tierra (avance de la frontera agrícola, creación de represas, etc.)
	2. Introducción y remoción de especies (ingreso de especies exóticas, extinción de taxones)
	3. Adaptación y uso de tecnología (maquinarias agrícolas, etc.)
	4. Ingresos externos (fertilizantes, etc.)
	5. Cosecha (eliminación de ejemplares o sus partes para consumo, etc.)
	6. Fuerzas naturales físicas (tornados, erupciones volcánicas, etc.)
	7. Contaminación del aire y del agua (acumulación de contaminantes orgánicos, e inorgánicos, envenenamiento, etc.)
	8. Clima y cambio climático (inundaciones, sequías, incremento de la temperatura de los océanos, eventos climáticos extremos, etc.)
II. Causas indirectas	1. Demográficas (tasas de natalidad, tasas de mortalidad, estructura etaria, distribución de las poblaciones en grandes ciudades, etc.)
	2. Económicas (distribución de recursos, distribución de ingresos, pobreza, etc.)
	3. Culturales y religiosas (cosmovisiones y usos de especies y sus partes, rituales, representaciones espirituales, etc.)
III. Componentes	1. Genotipos/Poblaciones (genes que expresan determinado carácter, individuos de una especie que viven aislados geográficamente, etc.)
	2. Especies (i. nativas, ii. exóticas)
	3. Comunidades (matorrales, bosques, etc.)
IV. Atributos	1. Riqueza (número, abundancia total)

Tabla 1. Continuación.

Categorías de la pérdida de la biodiversidad	Sub-categorías
V. Grupos taxonómicos	1. Animales
	2. Plantas
	3. Protistas
	4. Hongos
	5. Bacterias
VI. Consecuencias	1. Centradas en el hombre y los servicios ecosistémicos (enfermedades humanas, disminución de las ganancias en agricultura, etc.)
	2. Centradas en el ecosistema (efectos en las redes tróficas, efectos en el ciclo de nutrientes, etc.)

Las *unidades de análisis* fueron LT de primero y cuarto curso de la ESO (ESO1 y ESO4), y de primero y segundo del bachillerato (BAC1 y BAC2), comprendiendo dos legislaciones educativas españolas: Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE) (Real Decreto 1007/1991) (Ministerio de Educación y Ciencia [MEC] 1991) y la Ley Orgánica de Educación (LOE) (Real Decreto 1631/2006) (MEC 2006). Dado que en trabajos previos se ha examinado cómo estas leyes especifican objetivos, contenidos y criterios de evaluación relacionados con la biodiversidad (Bermudez et al. 2014, 2015, 2016), el presente artículo prescindirá de este análisis.

Primer curso de la ESO:

- Panadero Cuartero, J. E., et al. (2011). *Ciencias de la Naturaleza*. 1. Madrid: Bruño. **E1N**.
- Redal, E. J. et al. (2011). *Ciencias de la Naturaleza*. 1. Madrid: Santillana. **E1Ñ**.
- Gómez de Agüero, J. B. et al. (2011). *Ciencias de la Naturaleza*, 1º ESO. Comunitat Valenciana. Estella (Navarra): Oxford Educación. **E1O**.

Cuarto curso de la ESO:

- Ortega Nieto, F. J. et al. (2011). *Biología y Geología*, 4º ESO. Proyecto aula 360°. Zaragoza: Edelvives. **E4Ñ**.
- Panadero Cuartero, J. E., et al. (2011). *Biología i Geología*, 4º ESO. Comunitat Valenciana. Madrid: Bruño. **E1O**.

Primer curso del bachillerato:

- Pedrinaci, E., et al. (2011). *Biología y Geología 1*. Toledo: Ediciones SM. **B1N**.

**Figura 1.** Libros de texto que se incorporaron a la muestra ya citada en Bermudez et al. (2015, 2016).

La *muestra* de LT analizada incluyó a todos los textos listados en Bermudez et al. (2014, 2015), a los que se agregaron los libros citados en la Figura 1. De este modo, se obtuvo un total de 56 LT, distribuidos de la siguiente manera: Ciencias de la Naturaleza para ESO 1 (n = 16), Biología y Geología para ESO4 (n = 16), Biología y Geología para BAC 1 (n = 14) y Ciencias de la Tierra y Medioambientales para BAC 2 (n = 10). A pesar de que cada editorial estuvo representada por LT de ESO y BAC, no se contó con al menos un LT por curso de cada editorial. De este modo, el número de editoriales para ESO1, ESO4, BAC1 y BAC2 fue de 8, 11, 7 y 7, respectivamente.

Para facilitar el *procesamiento de los datos* se construyó una hoja de cálculo, en la que cada fila fue ocupada por un LT (56 filas en total) y cada columna por descriptores del nivel educativo (nominal: ESO, BAC), curso (ordinal: 1, 2, 3, 4), año de publicación del LT (continua, entre 1995 y 2011, media = 2002), periodo de la publicación del LT (ordinal, ≤ 2000, >2000) y editorial del LT (nominal –Akali, Anaya, Bruño, Castellnou, Ecir, Edebé, Edelvives, Editex,

Mc-Graw Hill, Oxford, Santillana, SM, Tilde, Vincent Vives-, n = 14). Conviene aclarar que los periodos de publicación fueron fijados arbitrariamente con el fin de balancear la muestra de LT para cada uno de ellos (publicados en 2000 o con anterioridad; desde 2001 inclusive). Las *categorías* y *sub-categorías* también fueron colocadas en columnas individuales, considerando la presencia (=1) y ausencia (=0) de las mismas en cada LT. El producto de la codificación, tal como señalan Hernández et al. (2006), se expresó como frecuencias de categorías (%; Tabla 2); es decir, “cuántas unidades de análisis se clasificaron en cada una de las [mismas]” (p. 364). Sin embargo, para análisis estadísticos más avanzados fueron considerados distintos grados de presencia de las categorías y subcategorías nominales de pérdida de la biodiversidad: conceptualización explícita (= 2), implícita (= 1) o ausente (= 0) (Abd-El-Khalick et al. 2017, Bermudez y Nolli 2015). Así, el *tratamiento implícito* refiere a una sub-categoría que se desarrolla fuera del tratamiento específico de la biodiversidad (capítulo, sección o apartado), sin que se establezca relación conceptual alguna. También se considera *tratamiento implícito* cuando los LT abordan contenidos sin definir los conceptos involucrados (Gándara y Gil-Quílez 1995, Gándara et al. 2002), por ejemplo, al hablar de las especies exóticas e invasiones biológicas sin definir las, o al tratar la pérdida de la biodiversidad sin conceptualizarla.

Además, fue creada una variable dependiente para integrar la totalidad de variables de respuesta individuales y potenciar las diferencias entre los LT. De este modo, la variable denominada *biopérdida* considera el tratamiento conjunto de las *causas* (directas e indirectas), los *componentes* (especies, genes, etc.) y *atributos* (abundancia, rango, etc.), los *grupos taxonómicos* (reinos) y las *consecuencias* de la pérdida de la biodiversidad (Tabla 2), según el siguiente algoritmo:

$$Biopérdida = \sum causas\ directas \times \sum causas\ indirectas + \sum componentes \times \sum atributos + \sum grupos\ taxonómicos + \sum consecuencias$$

Cada unidad de análisis (LT) tuvo un valor de *biopérdida*.

Sobre el *análisis de datos*, las aproximaciones cuantitativas previas de análisis de LT se han basado en la simple comparación de variables de respuesta como Sí/No y porcentajes (Montañés y Jaén 2015), a veces realizando pruebas de Chi-cuadrado (Bermudez et al. 2014, 2015, 2016). Sin embargo, el presente trabajo es el primero que opta por el *análisis univariado anidado de la varianza* (IBM SPSS® 22 para Windows ®). Este análisis estadístico avanzado permite agrupar o *anidar* los LT en función de *variables no controladas* (que actuarían sobre submuestras, tal como el *curso* para el que está preparado el LT) y probar el *efecto residual* de la influencia de *variables de interés* (*año y periodo de publicación, editorial*). En este contexto, y bajo el supuesto de que los LT responden *al currículo explícito* del curso correspondiente, las *unidades de análisis* (56 LT) fueron agregadas a la variable *curso*. El procedimiento de análisis de varianza univariado requiere que, previamente, se lleven a cabo correlaciones de Spearman y Pearson entre las variables independientes, descartando una de cada par comparado cuando el valor de *p* entre ambas es  $\leq 0.05$ .

Dado que en el presente estudio el *año y periodo de publicación* de los LT correlacionaron entre sí, se generaron dos modelos explicativos independientes: el *modelo 1* con *año* (variable continua) y el *modelo 2* con *periodo* (variable ordinal). Cada uno de estos modelos representa el efecto residual del *curso* sobre la *editorial*, el *año/periodo de publicación* del LT, sus *interacciones e interceptación*, para la variable *biopérdida*. El valor de *p* considerado significativo para los modelos resultantes del análisis de varianza univariado fue  $\leq 0.05$ . También fueron aplicados los comandos para que el programa estadístico comparara los parámetros  $\beta$  (tangentes) de los modelos lineales de cada nivel de expresión de las variables (*editoriales* entre sí, etc.). En este caso, el valor de *p* considerado significativo fue más inclusivo ( $\leq 0.10$ ). Para este estudio se

decidió no considerar el efecto del *autor* por encima del efecto de la *editorial*, ya que DiGiuseppe (2013) ha mostrado que correlacionan significativamente.

Para complementar el análisis anterior, se realizó un análisis inductivo y cíclico, típico de los *datos cualitativos*, para determinar *niveles de complejidad* en el tratamiento del contenido. El *corpus* empleado fue el conjunto de registros textuales de cada una de las variables respuesta derivadas del análisis del contenido (causas directas, etc.) para cada curso. Para llegar a los resultados fueron necesarias varias lecturas de los datos, la elaboración progresiva de indicadores de las dimensiones de la complejidad, la comparación de casos incluidos y excluidos en las mismas, y la revisión sucesiva.

Las dimensiones de la complejidad fueron la *amplitud*, la *extensión* (Adey 1997), y el *grado de explicitación e integración* de los contenidos (tratamiento de la variable en el contexto del problema socio-científico) (Abd-El-Khalick et al. 2017). Para la *amplitud* se analizó cuáles categorías de la Tabla 1 fueron tratadas en cada LT (causas directas, indirectas, etc.). La *extensión*, que indica cuánto contenido se desarrolla de cada tópico, fue estudiada a través de la cobertura de las sub-categorías de la Tabla 1 en cada LT: ítems 1 a 8 de las causas directas, ítems 1 a 3 de las causas indirectas, etc. Por último, para la dimensión *explicitación e integración* se tuvo en cuenta en qué grado figuran expresiones en el LT consistentes con la comunidad de expertos de referencia para la pérdida de la biodiversidad (científicos, MEA 2005, IPBES 2015, UNEP 1993, SCBD 2003), uniendo y contextualizando coherentemente las distintas aristas de la problemática. En función de estas tres dimensiones cada LT fue categorizado en uno de los siguientes *niveles de complejidad*:

- a) *Nivel 3*. Representa el nivel de complejidad más alto en el tratamiento de la pérdida de la biodiversidad. Está caracterizado por el aporte de una visión holística y a varias escalas (individuales, sociales) de la problemática y de las causas para revertirla. Los LT de este nivel conceptualizan la pérdida de la biodiversidad, explican numerosas causas directas e indirectas y explicitan, con al menos un componente, el significado de la pérdida. A su vez, se analizan las consecuencias de la problemática estudiada tanto para la humanidad como para los ecosistemas, pudiéndose incluso recuperar producciones académicas y ejemplos de estudios de caso españoles o internacionales.
- b) *Nivel 2*. Representa un nivel de complejidad intermedio para el tratamiento de la pérdida de la biodiversidad, con un análisis de las consecuencias limitado al ser humano (visión antropocéntrica). Centrismo en el número de especies como único componente de la pérdida de la biodiversidad ponderado, ejemplos de especies que raramente incluyen grupos diferentes a los animales. El tratamiento de las causas de la pérdida de la biodiversidad se circunscribe a sólo de algunas sub-categorías (principalmente directas), por lo que su extensión es menor que en el nivel 3.
- c) *Nivel 1*. Constituye el nivel más bajo complejidad, caracterizado por visiones parciales y sesgadas de la pérdida de la biodiversidad. Los LT solo contemplan aspectos aislados de la problemática (categorías) y con poca extensión (sub-categorías).

## Resultados

### Tratamiento de la pérdida de la biodiversidad y la influencia de la editorial, curso, año y periodo de publicación (objetivos 1 y 2)

El análisis de la presencia y ausencia de las variables de análisis del tratamiento de la pérdida de la biodiversidad en los LT se muestra en la Tabla 2. Las *causas directas* estuvieron presentes en la mayoría de los LT de la educación secundaria, principalmente los cambios locales en el uso de la tierra, la cosecha y la contaminación del aire y del agua (Tabla 2). Para éstas, los LT de ESO4 y BAC2 fueron los que tuvieron más altos porcentajes de presencia.



Las *causas indirectas* de la pérdida de la biodiversidad tuvieron porcentajes menores que las directas en todos los cursos, aunque con altos valores en BAC2 (Tabla 2). Sin embargo, en la mayoría de los LT de BAC2, el tratamiento de la explosión demográfica humana figuró en el estudio de la historia de las relaciones entre el hombre y el medio, por fuera de las causas explícitas de la desaparición de la biodiversidad.

**Tabla 2.** Distribución de frecuencias relativas (en porcentaje) para las *categorías* y *sub-categorías* de análisis correspondientes a la pérdida de la diversidad biológica en LT de la educación secundaria obligatoria (ESO) y bachillerato (BAC).

Categorías de análisis	Curso			
	ESO1	ESO4	BAC1	BAC2
I. Causas directas (%)				
1. Cambios locales en el uso de la tierra	87,5	68,8	21,4	90,0
2. Introducción y remoción de especies	37,5	37,5	14,3	90,0
3. Adaptación y uso de tecnología	12,5	18,8	0,0	20,0
4. Ingresos externos	12,5	62,5	7,1	70,0
5. Cosecha	62,5	56,3	28,6	90,0
6. Fuerzas naturales físicas	25,0	12,5	14,3	90,0
7. Contaminación del aire y del agua	14,3	90,0	43,8	75,0
8. Clima y cambio climático	0,0	31,3	14,3	40,0
II. Causas indirectas (%)				
1. Demográficas	18,8	62,5	0,0	60,0
2. Económicas	6,3	43,8	7,1	70,0
3. Culturales y religiosas	22,2	11,1	11,1	55,6
III. Componentes (%)				
1. Genotipos/Poblaciones	6,3	12,5	7,1	40,0
2. Especies	87,5	62,5	28,6	100,0
i. Nativas	43,8	37,5	28,6	30,0
ii. Exóticas	18,8	18,8	7,1	60,0
3. Comunidades	31,3	25,0	6,3	40,0
IV. Atributos (%)				
1. Riqueza	56,3	6,3	14,3	70,0
V. Taxonomía (%)				
1. Animales	50,0	37,5	21,4	90,0
2. Plantas	18,8	18,8	7,1	100,0
3. Protistas	0,0	0,0	0,0	0,0
4. Hongos	0,0	0,0	0,0	10,0
5. Bacterias	0,0	0,0	7,1	0,0
VI. Consecuencias (%)				
1. Centradas en el humano y los servicios ecosistémicos	43,8	50,0	14,3	60,0
2. Centradas en el ecosistema	25,0	43,8	21,4	30,0
<i>Biopérdida</i>				
Media	4,1	15,2	1,6	26,8
E.E.	1,1	3,6	1,0	6,2
Valor mínimo-valor máximo	0-13	0-44	0-13	2-56

Sobre los *componentes* de la pérdida de la biodiversidad, las especies tuvieron altos porcentajes de tratamiento en todos los cursos, y por sobre los componentes genético y ecosistémico, los que tuvieron porcentajes similares. En cuanto al origen de las especies consideradas en la pérdida, la ejemplificación con nativas de España superó al de las exóticas, aunque con la excepción de BAC2. Sin embargo, el porcentaje del atributo “riqueza” de las especies fue alto en los LT de este último curso. En relación con los reinos biológicos consideradas en los LT, la mayoría ejemplificó con animales y muy pocos lo hicieron con plantas u otros grupos.

Las *consecuencias* de la pérdida de la biodiversidad fueron tratadas en su mayoría por los LT de ESO4 y BAC2, principalmente aquellas centradas en el ser humano (servicios ecosistémicos). El rango de la variable *biopérdida* estuvo comprendido entre 0 y 56, con una media de  $10,7 \pm 2,0$  (error estándar –EE–). Los valores más altos se encontraron para el curso BAC2, seguido de ESO4 (Tabla 2).

A través del análisis de la varianza univariado anidado fueron elaborados dos modelos, uno con el *periodo* (*modelo 1*) y otro con el *año* de publicación del LT (*modelo 2*). El *modelo 1* mostró que existen diferencias para la variable *biopérdida* entre las *editoriales*, aunque no entre los *periodos* de edición estudiados (Tabla 3). A su vez, el factor *editorial* interaccionó significativamente con el *periodo* de la publicación y el *curso* al cual estaba destinado el LT (Tabla 3). De igual modo, como el resultado de la combinación de los factores *editorial* y *curso* ha diferido de la suma de los efectos principales de esos factores (Tabla 2), se señala que la interacción de primer orden entre la *editorial* y el *periodo* no fue constante en todos los niveles del *curso* analizado (ESO1, ESO4, BAC1, BAC2). A su vez, el curso fue una variable con  $p < 0,05$ .

**Tabla 3.** Análisis de la varianza anidado por curso de los efectos de la editorial y el periodo de publicación sobre el tratamiento de la pérdida de la biodiversidad en libros de texto de España.  $R^2 = 0,903$ . gl = grados de libertad.

Fuente	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado medio	F	Significatividad
Modelo corregido 1	10628,2 <sup>a</sup>	37	287,2	4,6	0,001
Interceptación	6407,2	1	6407,2	101,6	0,000
Editorial	2455,5	13	188,9	3,0	0,016
Curso (resto)	4748,6	3	1582,9	25,1	0,000
Periodo de publicación	30,7	1	30,7	0,5	0,494
Editorial * Periodo	1588,6	8	198,6	3,1	0,021
Editorial * Curso(resto)	1804,8	12	150,4	2,3	0,047
Error	1135,6	18	63,1		
Total	18171,0	56			

En relación con el efecto del factor *editorial*, los modelos lineales y las tangentes resultantes del análisis de unianova echaron luz sobre sus diferencias. Se encontró que la mayoría de las editoriales no se diferenció de una tomada al azar (Castellnou), salvo Mc-Graw Hill y Tilde, las que tuvieron valores de  $\beta$  significativamente más altos (parámetros del modelo Mc-Graw Hill:  $\beta = 101$ , EE = 37,  $t = 2,7$ ,  $p = 0,013$ . Parámetros del modelo Tilde:  $\beta = 65$ , EE = 19,  $t = 3,4$ ,  $p = 0,003$ ).

Al considerar la interacción entre *editorial* y *periodo*, la mayoría de los modelos lineales para las editoriales no mostraron diferencias con una tomada al azar (Vincent Vives), salvo Mc-Graw Hill. Esta última tuvo menor variación de la variable *biopérdida* en comparación con Vincent

Vives, ya que no hubo diferencias entre los periodos (parámetros del modelo Vincent Vives x periodo:  $\beta = -66$ ,  $EE = 21$ ,  $t = -3,2$ ,  $p = 0,005$ ).

Por otro lado, analizando la interacción entre *editorial* y *curso*, los modelos lineales para algunas editoriales mostraron diferencias con los valores de una combinación de niveles de factores tomada al azar (Vincent Vives x ESO1). Las combinaciones significativas, todas con tangente positiva, fueron las siguientes: Ecir x ESO1 ( $\beta = 39$ ,  $EE = 17$ ,  $t = 2,3$ ,  $p = 0,031$ ), SM x ESO4 ( $\beta = 62$ ,  $EE = 18$ ,  $t = 3,5$ ,  $p = 0,003$ ), Anaya x ESO1 ( $\beta = 38$ ,  $EE = 17$ ,  $t = 2,3$ ,  $p = 0,039$ ), Anaya x ESO4 ( $\beta = 43$ ,  $EE = 15$ ,  $t = 2,9$ ,  $p = 0,010$ ), Oxford x ESO1 ( $\beta = 34$ ,  $EE = 19$ ,  $t = 1,8$ ,  $p = 0,096$ ), Oxford x ESO4 ( $\beta = 42$ ,  $EE = 19$ ,  $t = 2,2$ ,  $p = 0,041$ ) y Santillana x ESO1 ( $\beta = 39$ ,  $EE = 16$ ,  $t = 2,4$ ,  $p = 0,030$ ).

El análisis de la varianza univariado anidado para el *modelo 2* (Tabla 4) arrojó que la *editorial* y el *año* de publicación de los LT no son variables significativas. El coeficiente de determinación del *modelo 2* fue menor al del *modelo 1*.

**Tabla 4.** Análisis de la varianza anidado por curso de los efectos de la editorial y el año de publicación sobre el tratamiento de la pérdida de la biodiversidad en libros de texto de España.  $^bR^2 = 0,893$ .

Fuente	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado medio	F	Significatividad
Modelo corregido 2	10504,5 <sup>b</sup>	40	262,6	3,1	0,010
Interceptación	6407,2	1	6407,1	76,3	0,000
Editorial	2455,5	13	188,9	2,3	0,068
Curso (resto)	4748,6	3	1582,9	18,9	0,000
Año	18,0	1	18,0	0,2	0,650
Editorial * Año	1216,5	9	135,2	1,6	0,199
Editorial * Curso(resto)	2065,9	14	147,6	1,8	0,145
Error	1259,3	15	84,0		
Total	18171,0	56			

### Niveles de complejidad en el tratamiento de la pérdida de la biodiversidad (objetivo 3)

#### ESO1

Los LT que trataron la pérdida de la biodiversidad con un nivel de complejidad mayor (*nivel 3*), fueron E1M, E1N, E1I y E1O. Los valores respectivos de la variable *biopérdida* fueron 13, 13, 11 y 10, respectivamente. Estos LT desarrollaron la mayoría de las *causas* directas, indirectas y las *consecuencias* de la pérdida de la biodiversidad. Por ejemplo:

“La introducción de especies. El ser humano ha desempeñado un papel decisivo en la distribución de determinadas especies animales o vegetales en nuestro territorio, en particular en lo que se refiere a especies vegetales cultivadas para su consumo o a especies de animales domesticados. El resultado ha sido muy positivo en unos casos; en otros, sin embargo, ha supuesto un grave riesgo para las especies autóctonas. El black-bass o perca americana se introdujo en la década de 1950 [...]. La caza. Las armas de fuego y los cebos envenenados acabaron con las poblaciones de corzo, ciervo, muflón y lobo, especies muy abundantes en nuestra comunidad en otros tiempos. También fue la caza la causa de la desaparición de la foca monje...” (E1O, p. 244).

E1M destacó por el tratamiento de *causas indirectas* (demográficas y económicas):

“La superpoblación mundial y el desarrollo económico e industrial de los países más ricos introducen el concepto de explotación del medio: de la madera, de la agricultura... Los modernos sistemas de cultivo, la tala indiscriminada de bosques, la recolección exhaustiva de ciertas especies, los incendios, el drenaje de zonas húmedas y el crecimiento urbano son las causas principales de la desertización de los suelos y de la extinción de las especies vegetales” (p. 248).

En el *nivel 2* de complejidad se agruparon aquellos LT que no trataron todas las categorías consideradas en la *amplitud*, pero que aportaron buena *extensión* para algunas de las sub-categorías. En este caso, se ubicaron E1B, E1H y E1G, con valores de *biopérdida* de 7, 5 y 5, respectivamente. Por ejemplo, sobre las *causas directas* (E1H):

“Sin embargo, algunas de nuestras joyas vegetales las amenaza un grave peligro de extinción. Se relacionan a continuación algunos factores que influyen en la desaparición de nuestras especies vegetales: 1. La reconversión del suelo, que se destina a urbanizaciones o instalaciones industriales. 2. La introducción de cultivos y el sobrepastoreo en zonas de interés natural. 3. Los incendios forestales y la destrucción del suelo. 5. La construcción de obras públicas (embalses, carreteras...) y la explotación de canteras en zonas de interés natural” (p. 164).

Por último, en el nivel más bajo complejidad (*nivel 1*) se encontró al resto de los LT, con valores de *biopérdida* de 0-2.

#### ESO4

Los LT de ESO4 que trataron la pérdida de la biodiversidad con el *nivel 3* de complejidad fueron E4M, E4N, E4D, E4E y E4H, cuyos valores de *biopérdida* fueron 43, 44, 31, 20 y 25, respectivamente. Las citas extraídas incluyen las *causas indirectas* y las *consecuencias* de la pérdida de la biodiversidad. Sobre las *causas indirectas*, como los factores sociales y demográficos, E4N especificó (negritas originales):

“Los principales causantes de los impactos ambientales son: \* La **población**, que crece de forma exponencial y necesita cubrir sus necesidades de alimentación, agua de riego y potable, etc. \* El **consumo** que, en los países desarrollados, derrocha materia y energía y genera gran cantidad de residuos. \* Las **tecnologías** poco preocupadas por el consumo energético y la emisión de contaminantes. Cada uno de estos factores tiene diferente importancia según el contexto social y, desde luego, según la ideología desde la que se analicen” (p. 153).

En relación con las *causas directas*, los ingresos externos fueron explicados por E4E (negritas originales):

“...o para mejorar la productividad de los cultivos, los agricultores añaden **abonos** y **fertilizantes** a la tierra. (...) Por otro lado, los **plaguicidas** y **herbicidas**, utilizados masivamente para controlar plagas de insectos, roedores o malas hierbas, son venenosos organoclorados y organofosfatados (...) producen el envenenamiento indiscriminado de los seres vivos. Además, se acumulan en las cadenas tróficas...” (p. 218)

Las *consecuencias* de la pérdida de la biodiversidad fueron desarrolladas sólo por algunos LT. E4M destacó por ponderar la valoración de las especies en función de los intereses económicos, relativizando actitudes utilitaristas de la biodiversidad:

“[sobre la reforestación] hemos de entender que un bosque es un ecosistema donde existen gran cantidad de especies: diminutas bacterias, hongos, hierbas, arbustos... que dan cobijo a un gran número de especies animales. Todos estos organismos son imprescindibles en los ecosistemas forestales, no debemos valorar más un pino porque nos dé dinero y desdeñar todo lo demás. Un bosque es un espacio lleno de vida. Muchas veces los arbustos y las hierbas tienen un papel tan importante o más que los árboles en lo que se refiere a su función ecológica” (p. 102).

En el *nivel 2* de complejidad se incluyeron a los LT que trataron el contenido con una menor *amplitud* o *extensión*: E4A, E4B, E4J y E4O (valores respectivos de *biopérdida*: 15, 14, 16 y 10), y con connotaciones antropocéntricas sobre las *causas* y *consecuencias* de la pérdida de la biodiversidad. El único *componente* implicado es, con frecuencia, la especie animal. Por ejemplo, el LT E4A presentó la lectura de un caso sobre las invasiones biológicas, aunque en un apartado secundario:

“Hace más de 100 años llevaron algunos conejos a Australia desde Inglaterra, con objeto de que proporcionaran carne y pieles, y aumentase la oferta de animales cazables. Sin competencia no enemigos, los conejos se multiplicaron a una velocidad increíble...” p. 217

Por otro lado, el texto E4O se centró en las *consecuencias* para el ser humano:

“La importancia de conservar la biodiversidad radica en el hecho de que la especie humana obtiene parte de los recursos de los seres vivos. Alimentos, medicinas y materias primas...” (p. 211)

Finalmente, en el nivel más bajo complejidad (*nivel 1*) se ubicó al resto de LT (con valores de *biopérdida* de 0-7).

### BAC1

En el nivel de mayor complejidad (*nivel 3*) se agrupó a B1I y B1D, libros que trataron las *causas directas*, varios componentes de la biodiversidad, y las *consecuencias* de su pérdida. Los valores de *biopérdida* fueron de 13 para B1I y de 10 para B1D. Sobre el efecto de algunas fuerzas naturales, B1I aportó:

“Se ha comprobado que poblaciones pequeñas son más vulnerables que las grandes a todos esos procesos [los que llevan a la extinción de especies]. Además, ciertas características intrínsecas de las especies son favorecedoras de la extinción, como la rareza, la escasa capacidad de dispersión, un grado de especialización alto, longevidad, maduración sexual tardía, etc.” (B1I, p. 338).

En relación con las *consecuencias* de la pérdida de la biodiversidad, B1D hizo referencia a la cosecha excesiva:

“En otros casos los efectos no son tan globales, como las pesquerías que decaen a consecuencia de la falta de renovación por el exceso de pesca. Esto empobrece los ecosistemas, les quita complejidad y los hace más vulnerables a cualquier agresión ambiental. La situación puede corregirse mediante la creación de reservas marinas...” (p. 168).

En el *nivel 2* de complejidad se incluyó a B1A, B1M y B1N, con valores de *biopérdida* de 2. Por último, en el nivel más bajo complejidad (*nivel 1*) se distribuyó el resto de LT, en los que se ausentó la problemática analizada (con valores de *biopérdida* nulos).

### BAC2

Los LT de BAC2 trataron la *pérdida* de la biodiversidad con la mayor complejidad de la muestra de LT analizada. Los LT del *nivel 3* de complejidad con los valores de *biopérdida* más altos fueron (entre paréntesis) B2G (56), B2F (50) y B2C (44). Con valores más bajos de *biopérdida*, también correspondieron a este nivel B2D (32), B2E (32), B2H (23) y B2A (19). Sobre las *causas directas*, se destacó B2C por especificar la relación entre la biodiversidad, el uso de agrotóxicos y la introducción de especies exóticas. Sobre estas últimas, B2C especificó (negritas y comillas originales):

“**Introducción de especies y variedades exóticas.** En los últimos siglos el hombre ha llevado de un continente a otro a numerosas especies de plantas y animales; unas veces de forma deliberada y otras de forma involuntaria o casual. En ocasiones estas especies encuentran un ambiente nuevo, libre de depredadores y de enfermedades, desplazando a las especies nativas y, a veces, se convierten en una verdadera plaga. Casos bien conocidos en España son la introducción del cangrejo rojo americano, el pez gambusia, el lucio y las tortugas de florida” (p. 400).

Sobre las *causas indirectas*, los LT de segundo de bachillerato intensificaron el tratamiento de las razones sociales, demográficas y económicas de la pérdida de la biodiversidad. A su vez, algunos LT incorporaron las causas culturales y religiosas, como el caso del marfil de elefante, los huesos de tigre, y ejemplos locales de percepción negativa de especies animales. Por ejemplo:

“En el mundo rural se ha combatido desde antaño a depredadores como el lobo o el oso, que pueden atacar al ganado doméstico (...). También se han perseguido supuestas “alimañas perjudiciales”, como las águilas, comadreja, culebras, etc., cuando en realidad eran claros aliados de los campesinos. En cualquier caso, esta catalogación de animales y plantas en “perjudiciales” o “beneficiosos” es simplista, egocéntrica y se debe desterrar” (B2C, p. 400).

En cuanto al *origen* de las especies mencionadas, B2C ubicó 17 especies en el mapa de España (p. 33), incorporó una tabla con un listado de especies animales extinguidas hasta 1990 o en peligro de extinción (incluyendo exóticas, p. 401) y una figura con vertebrados de la fauna ibérica en peligro de extinción, en la que aparecían el oso, el águila culebrera, la cigüeña negra y el lince (p. 398).

Sobre el análisis de las *consecuencias* de la pérdida de la biodiversidad, se destacó B2G por tratar las correspondientes tanto al ecosistema como al humano. Sobre esto último, B2G conceptualizó los efectos en dos grandes ámbitos (**negritas originales**):

**“Los principales riesgos para las personas son: 2. Para la economía: En la alimentación, agricultura, ganadería y pesca:** Desaparición de variedades locales, y selección de unas pocas especies y variedades de gran rendimiento, pero de menor diversidad genética. (...) **En la conservación de otros recursos económicos:** La naturaleza rinde gran cantidad de servicios a la economía humana. Es evidente que la desaparición de los bosques supondría la desaparición de la madera (...). En realidad, casi toda la actividad humana se basa en la convicción de que el medio ambiente es estable” (pp. 234-235).

Conviene destacar que los LT B2D, B2E, B2H y B2A tuvieron una *extensión* menor que B2G, B2F y B2C (con los valores más altos de *biopérdida*), pero también aportaron una visión holística de la pérdida de la biodiversidad. Entre ellos destacaron B2E por el tratamiento del comercio ilegal y de las consecuencias para el ser humano del deterioro de las funciones ecológicas, y B2H, por relacionar los hábitos de consumo y la industrialización con las causas de extinciones biológicas:

“La pérdida de la biodiversidad puede tener importantes repercusiones para los seres humanos. El informe denuncia que la pérdida de la biodiversidad amenaza los suministros de alimentos y las fuentes de madera, medicinas y energía, e interfiere en las funciones ecológicas esenciales tales como el control de la erosión del suelo, la purificación del agua, el ciclo del carbono y los nutrientes, etc.” (B2E, p. 281).

“A ellos se pueden añadir comportamientos sociales, como hábitos de consumo no respetuoso con la conservación de los recursos vivos; y aspectos socioeconómicos nuevos, como la descapitalización y el abandono del medio rural, y los cambios de uso del suelo por las nuevas políticas agrarias comunitarias y de industrialización” (B2H, p. 341).

En el *nivel 2* de complejidad se ubicó B2B, y en el *nivel 1*, B2I, B2J, ya que sólo contemplaron aspectos aislados de la problemática, con escasa extensión y, sobre todo los del *nivel 1*, escasa amplitud. Estos textos presentaron valores de *biopérdida* iguales a 2 (B2I, B2J) y 8 (B2B).

## Discusión y conclusiones

La presente investigación muestra que a través de la combinación de un estudio *cuantitativo* con uno *cualitativo* (relacionando la variable cuantitativa *biopérdida*, con la integración de las categorías y subcategorías del análisis del contenido en *niveles de complejidad*) puede arribarse a resultados similares, aunque complementarios. Mientras que con la aproximación cuantitativa se pudo dar respuesta a la influencia de la *editorial* y *periodo/año de publicación* sobre el efecto residual del *curso* para el que está preparado el LT, obteniendo *diferencias de grado*, con el enfoque cualitativo se pudieron discriminar *diferencias de clase*. En este caso, cuáles eran los LT que al integrar las *categorías* y *sub-categorías* de análisis ofrecían una mirada holística, no utilitaria y balanceada entre causas naturales, humanas-individuales, socio-económicas y culturales de la pérdida de los diferentes componentes de la biodiversidad (*nivel de complejidad*).

El predominio de las *casusas directas* por sobre las *indirectas* de la pérdida de la biodiversidad en todos los cursos (Tabla 2) dio cuenta de que los LT promueven una transposición de tipo *biologista*, la que descuida dimensiones históricas, sociales, demográficas y culturales de la problemática (Bermudez et al. 2015, Pérez 2013, Santos y Salcedo 2014). Los resultados de este estudio coinciden con los de Alonso y Penella (2013), quienes describen el proceso de transposición de la biodiversidad en la educación primaria de España como imprecisa e incompleta, y con García-Vázquez y Méndez-Pupo (2017), quienes apreciaron una marcada tendencia de los LT de Cuba a la valoración de la conservación de la biodiversidad solamente asociada a la provisión de alimentos y medicinas. Sin embargo, la mayoría de los LT de BAC2 y ESO4 mostraron niveles altos de *complejidad conceptual* y de la *variable biopérdida*, con un tratamiento más holístico e integrador (Tabla 2). Ello avala estudios previos en los que los LT para ESO4 y BAC2 fueron reconocidos por presentar una adecuada conceptualización y tratar

las aristas biológicas, sociales y culturales de las causas de su existencia y su conservación (Bermudez et al. 2015, 2016).

A su vez, el escaso reconocimiento del clima y cambio climático como *causas* de la pérdida de la biodiversidad en la mayoría de los LT pone de relieve la necesidad de su actualización (SCBD 2003). Más aun, si se pone en consideración que las ideas alternativas de los estudiantes y del profesorado suelen ser persistentes o incompletas (García-Rodeja y Lima 2012, Vilches, Legarralde, Darrigran y Ramírez 2015).

Por otro lado, se destaca el centrismo en la *especie* como *componente* de la pérdida de la biodiversidad, lo que podría reforzar concepciones de la diversidad sesgadas si el/la profesor/a no realiza las adecuaciones pertinentes (Bermudez et al. 2014, Bermudez y Nolli 2015, Santos y Salcedo 2014). Además, la sobrerrepresentación de animales por sobre las plantas y otros grupos taxonómicos podría favorecer la noción de que ciertos organismos merecen ser protegidos más que otros, a lo que se sumaría una percepción ambiental y de la diversidad distorsionada. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Alonso y Penella (2013) para LT de educación primaria, quienes concluyeron que el énfasis en la sistemática puede ocultar una visión más sistémica de la biodiversidad. Sin embargo, en el presente estudio se destaca positivamente que las especies *nativas* mencionadas en el contexto de la desaparición de la biodiversidad hayan superado a los ejemplos de las especies exóticas.

En cuanto a la *progresión* que se explicita en la *textualización*, resulta conveniente aclarar que dentro de cada nivel de complejidad hubo diferencias *de grado* entre los LT correspondientes a los distintos cursos. Por ejemplo, el valor de *biopérdida* de un LT de *nivel 3* de BAC1 fue similar a uno de *nivel 2* de ESO 4 y BAC2. En este sentido, el aprendizaje de la pérdida de la biodiversidad que promovieron los LT siguió un gradiente de complejidad creciente solo dentro de cada nivel de la educación secundaria (ESO vs. BAC). Es decir, la progresión en la complejidad conceptual se dio de ESO1 a ESO4, e independiente de BAC1 a BAC2. Estos hallazgos mostraron un patrón de progresión diferente al del tratamiento de la biodiversidad que ofrecieron los LT de Argentina, para los que el incremento en la complejidad conceptual fue relativamente continuo desde el ciclo básico (primeros 3 años de la educación secundaria) al ciclo orientado (últimos tres años) (Bermudez y Nolli 2015).

En relación con el efecto del factor *editorial*, los modelos indicaron que existen diferencias entre estas por sí solas y en interacción con *periodo* de publicación y *curso*. El alto valor del coeficiente de determinación del *modelo 1* (ca. 90 %, Tabla 3) señaló un elevado porcentaje de explicación de la variabilidad de los datos por los factores considerados. En este sentido, la influencia de la *editorial* coincide con otros estudios que encontraron diferentes contenidos para cuestiones de genética (Puig y Jiménez-Aleixandre 2015) y problemáticas ambientales (Montañés y Jaén 2015) según la casa editora. Además, los resultados de esta investigación revelaron a Mc-Graw Hill y Tilde como aquellas que significativamente trataron de forma más completa la pérdida de la biodiversidad (valores más altos de *biopérdida*).

Por otro lado, la interacción entre *editorial* y *periodo* mostró que los cambios en el tratamiento del contenido que han llevado a cabo las editoriales no fueron idénticos en todos los niveles del *periodo* estudiado. Sin embargo, ni el *periodo* (Tabla 3) ni el *año* de publicación del LT (Tabla 4) fueron factores explicativos significativos. Estos resultados coinciden con los señalados por Abd-El-Khalick et al. (2017), quienes encontraron que las series de libros de biología, química y física de Estados Unidos fueron marcadamente estables a lo largo de varias décadas en el abordaje de la naturaleza de la ciencia. En relación con el currículo oficial, Banet (2007) ha señalado que el currículo de la LOE propuso pocas novedades en cuanto a las finalidades y objetivos generales de la ESO con respecto a la LOGSE, lo que puede explicar la estabilidad temporal encontrada para el contenido analizado. Sin embargo, tal como sostienen Bizzo y Caravita (2012), la ecología es un área de la ciencia que exige una actualización continua de los

contenidos escolares, sobre todo para evitar el *envejecimiento biológico* (Chevallard 1991). Los resultados del presente estudio también señalarían que los cambios en el uso del color, la cantidad y calidad de las ilustraciones que experimentaron los LT de España (Palacios y González, 2012), no tuvieron un correlato en el tratamiento de contenidos como la pérdida de la biodiversidad.

A su vez, la interacción entre *editorial* y *curso* indicó que el tratamiento que dieron algunas editoriales a la pérdida de la biodiversidad fue diferente a lo esperado para los cursos analizados. Como consecuencia, fue posible identificar combinaciones de *editorial* y *curso* que serían objeto de elegibilidad (Ecir x ESO1, SM x ESO4, Anaya x ESO1, Anaya x ESO4, Oxford x ESO1, Oxford x ESO4 y Santillana x ESO1). El supuesto de relación existente entre los LT con el currículo oficial logró ser corroborado a través del anidamiento de los LT por *curso*, lo que revela la influencia significativa de los diseños y legislaciones en la graduación de los contenidos (Chevallard 1991, Gvirtz y Palamidessi 2001), en este caso, la pérdida de la biodiversidad en la educación secundaria.

En síntesis, con base en la combinación de un análisis cuali-cuantitativo, se recomiendan los siguientes LT para apoyar la enseñanza de la pérdida de la biodiversidad en los distintos cursos de la educación secundaria: (a) *primero de la ESO*: E1M, E1N, E1I y E1O; (b) *cuarto de la ESO*: E4M y E4N; (c) *primero de BAC*: B1I y B1D; y (d) *segundo de BAC*: B2G, B2F y B2C.

Por último, tal y como señalan Santos y Salcedo (2014), una educación que promueva la apropiación significativa y con sentido de la conservación de la biodiversidad debe partir del contexto histórico, económico, político y sociocultural en el que se forman los educandos, con respeto a la diversidad cultural y su rol en el uso, manejo y conservación de la biodiversidad. Por ello, se invita al profesorado a utilizar los resultados de la presente investigación para realizar transposiciones didácticas teniendo en cuenta que se requiere un rol crítico en la selección, interpretación e integración de los aspectos tratados en los LT (Mendoza 2016). En este sentido, Chevallard (1991) refiere a la necesidad de hacer una *vigilancia epistemológica*, respetando y adecuando los conocimientos científicos y las prácticas sociales que dan origen a los objetos de enseñanza. Y ya que los LT siguen siendo el principal material a través del cual se presentan en el aula los contenidos (Naranjo y Candela 2010), se sugiere a las editoriales actualizar los contenidos, incorporar causas directas y –sobre todo– indirectas, ampliando los componentes y grupos estudiados en función de una conceptualización de la biodiversidad más actual, y reflexionando sobre una visión holística de la problemática sociocientífica.

## Agradecimientos

Se agradece a las entidades financiadoras (SECYT de la Universidad Nacional de Córdoba; FONCYT, proyecto BID PICT 2015-1903; y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas –CONICET–) y al Dr. Valentín Gavidia, del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales (Universidad de Valencia, España).

## Referencias

- Abd-El-Khalick F., Myers J. Y., Summers R., Brunner J., Waight N., Wahbeh N., ... Belarmino J. (2017) A longitudinal analysis of the extent and manner of representations of nature of science in US high school biology and physics textbooks. *Journal of Research in Science Teaching* 54(1), 82-120.
- Adey P. (1997) Dimensions of progression in a curriculum. *The Curriculum Journal* 8(3), 367-391.



- Alonso C.C., Penella M.J.M. (2013) Análisis del concepto de biodiversidad en los libros de texto de segundo ciclo de primaria en la Comunidad Valenciana (España). *Perfiles Educativos* 35(141), 97-114.
- Banet E. (2007) Nuevas enseñanzas mínimas para las ciencias de la naturaleza (biología y geología) en la ESO: ¿una reforma necesaria? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* 53, 77-94.
- Barker S., Slingsby D. (1998) From nature table to niche: curriculum progression in ecological concepts. *International Journal of Science Education* 20(4), 479-486.
- Barnosky A.D., Hadly E.A., Bascompte J., Berlow E.L., Brown J.H., Fortelius M., ... Smith A.B. (2012) Approaching a state shift in Earth's biosphere. *Nature* 486(7401), 52-58.
- Bermudez G.M.A., De Longhi A.L., Díaz S., Gavidia V.C. (2014) La transposición del concepto de diversidad biológica. Un estudio sobre los libros de texto de la educación secundaria española. *Enseñanza de las Ciencias* 32(3), 285-302.
- Bermudez G.M.A., Nolli L.C. (2015) Los diseños curriculares y los libros de texto como niveles de transposición del contenido de la biodiversidad: ¿cómo presentan y cómo tratan su conceptualización? En G.M.A. Bermudez, A.L. De Longhi (Coord.), *Retos para la enseñanza de la biodiversidad hoy. Aportes para la formación docente* (pp. 259-292). Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- Bermudez G.M.A., De Longhi A.L., Gavidia V.C. (2015) La enseñanza monumentalista y utilitarista de las causas de la biodiversidad y de las estrategias para su conservación: un estudio sobre la transposición didáctica de los manuales de la Educación Secundaria española. *Ciencia & Educação* 21(3), 673-691.
- Bermudez G.M.A., De Longhi A.L., Gavidia V. (2016) El tratamiento de los bienes y servicios que aporta la biodiversidad en manuales de la educación secundaria española: un estudio epistemológico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13(3), 527-543.
- Berstein B. (1993) *La estructura del discurso pedagógico*. Madrid: Morata.
- Bizzo N., Caravita S. (2012) School textbooks and updated sound science: narrowing the gap between classrooms and cutting edge science. *Journal of Biological Education* 46(1), 1-3.
- Cardinale B.J., Duffy J.E., Gonzalez A., Hooper D.U., Perrings C., Venail P., ... Kinzig A.P. (2012) Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 486(7401), 59-67.
- Chevallard Y. (1991) *La Transposición Didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- da Silva M.R., Passos M.M., Boas A.V. (2013) A história da dupla hélice do DNA nos livros didáticos: suas potencialidades e uma proposta de diálogo. *Ciência & Educação* 19(3), 599-616.
- Díaz S., Fargione J., Chapin III F.S., Tilman D. (2006) Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biol* 4(8), e277. doi: 10.1371/journal.pbio.0040277
- Díaz M.N., Jiménez-Liso M.R. (2012) Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9(1), 54-70.
- DiGiuseppe M. (2013) Representing nature of science in a science textbook: Exploring author-editor-publisher interactions. *International Journal of Science Education* 36(7), 1061-1082.

- Gándara G.M., Gil-Quílez M.J., Puig N.S. (2002) Del modelo científico de “adaptación biológica” al modelo de “adaptación Biológica” en los libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias* 20(2), 303-314.
- García J.E. (1999) Una hipótesis de progresión sobre los modelos de desarrollo en Educación Ambiental. *Investigación en la Escuela* 37, 15-32.
- García-Rodeja I., Lima G. (2012) Sobre el cambio climático y el cambio de los modelos de pensamiento de los alumnos sección investigación didáctica. *Enseñanza de las Ciencias* 30(3), 195-218.
- García-Vázquez O., Méndez-Pupo A.R. (2017) Hacia una resignificación de la enseñanza del contenido del concepto de biodiversidad en biología (revisión). *Roca. Revista Científico-Educacional de la Provincia Ganma* 13(1), 158-170.
- Giordan A., De Vecchi G. (1988) *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos*. Sevilla: Diada.
- Gómez G.M., Gil-Quílez, M.J. (1995) El lenguaje oculto en los libros de texto: Ejemplo “El caso de la adaptación de los seres vivos” (2º ciclo ESO). *Aula de Innovación Educativa* 43, 35-39.
- Gvirtz S., Palamidessi M. (2001) *El ABC de la tarea docente: currículum y enseñanza*. Buenos Aires: Aique.
- Hernández RS., Fernández-Collado C., Baptista P.L. (2006) *Metodología de la investigación*. Méjico: Mc Graw Hill.
- Ibarra-Murillo J., Quílez G., José M. (2005) Enseñar los cambios ecológicos en la secundaria: un reto en la transposición didáctica. *Enseñanza de las Ciencias* 23(3), 345-355.
- Legarralde T., Gallareta S., Vilches A., Menconi, F. (2014) Representaciones sobre el concepto de “gameta” en futuros profesores de Biología. El papel de los libros de texto. *Revista de Educación en Biología* 17(1), 55-69.
- Martins I. (2006) Analisando livros didáticos na perspectiva dos Estudos do Discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa. *Pro-posições* 17(1), 117-136.
- Marzábal-Blancafort A. (2012) Las actividades de los libros de texto de química para la teoría corpuscular y su contribución a la evolución de los modelos explicativos. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)* 38(1), 181-196.
- MEA. (2005) *Ecosystems and Human Well-being*. Washington, DC: Island Press.
- MEC (1991) Real Decreto 1007/1991, de 14 de junio, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial del Estado, nº 152. Madrid: B.O.E.
- MEC (2006) Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre. Educación Secundaria Obligatoria (ESO). BOE 5, viernes 5 de Enero de 2007.
- Mendoza M.A.G. (2005) La transposición didáctica: historia de un concepto. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* 1(1), 83-115.
- Mendoza M.A.G. (2016) El libro de texto escolar: Espacios, lectura, hábitos digitales y recepción. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado* 20(1), 32-47.

- Montañés S.B., Jaén M.G. (2015) ¿Qué características presentan los contenidos relacionados con las problemáticas ambientales propuestos en los libros de texto de 3° de la ESO? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 12(1), 130-148.
- Naranjo G., Candela A. (2010) Del Libro de Texto a las clases de ciencias naturales. La construcción de la ciencia en el aula. *Papeles de Trabajo sobre Cultura, Educación y Desarrollo Humano* 6(1), 1-34.
- Occelli M., Valeiras N., Bernardello G. (2015) La biotecnología en libros de texto de escuela secundaria: un análisis de los libros utilizados en Córdoba (Argentina). *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias* 10(1), 34-44.
- Palacios F.J.P., González J.M.V. (2012) Libros de texto: ni contigo ni sin ti tienen mis males remedio. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* 70, 75-82.
- Pérez M.R.M. (2013) Concepciones de biodiversidad desde la perspectiva de la diversidad cultural. Dos estudios de caso. *Bio-grafía - Escritos sobre la Biología y su Enseñanza* 6(11), 43-59.
- Pérez-Harguindeguy N., Enrico L., Díaz S. (2015) ¿Qué es la diversidad Biológica? (y por qué nos importa, cómo se genera y cómo se mide). En G.M.A. Bermudez, A.L. De Longhi (Coord.), *Retos para la enseñanza de la biodiversidad hoy. Aportes para la formación docente* (pp. 25-55). Córdoba (Argentina): Universidad Nacional de Córdoba.
- Puig B., Jiménez-Aleixandre M.P. (2015) El modelo de expresión de los genes y el determinismo en los libros de texto de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 12(1), 55-65.
- Rivera C.A.M., Rivera, V.G.M. (2013) El conocimiento escolar y las Hipótesis de Progresión: algunos fundamentos y desarrollos. *Nodos y Nudos* 4(32), 50-64.
- Santos I.E.M., Salcedo M.D.L.C.G. (2014) El reto de educar para la conservación de la biodiversidad. *Transformación* 10(1), 14-28.
- SCBD (2003) *Interlinkages between biological diversity and climate change. Advice on the integration of biodiversity considerations into the implementation of the United Nations Framework Convention on Climate Change and its Kyoto protocol*. Montreal, SCBD, 154p. (CBD Technical Series no. 10).
- Torres A.P.G., Badillo R.G., Miranda R.P. (2010) El problema de la recontextualización en la transposición didáctica. *Campo Abierto. Revista de Educación* 29(2), 63-76.
- UNCED (1992) *Convention on Biological Diversity (CBD)*. Rio de Janeiro: United Nations Conference on Environment and Development.
- UNEP (1993) *Guidelines for country studies on biodiversity*. Nairobi: UNEP.
- Valiente-Banuet A., Aizen M.A., Alcántara J.M., Arroyo J., Cocucci A., Galetti M., ... Zamora, R. (2015) Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world. *Functional Ecology* 29(3), 299-307.
- Vilches A.M., Legarralde T., Darrigran G., Ramírez S. (2015) Conocimiento y valoración sobre biodiversidad en futuros profesores de biología y geografía. *Revista de Educación en Biología* 18(2), 46-58.